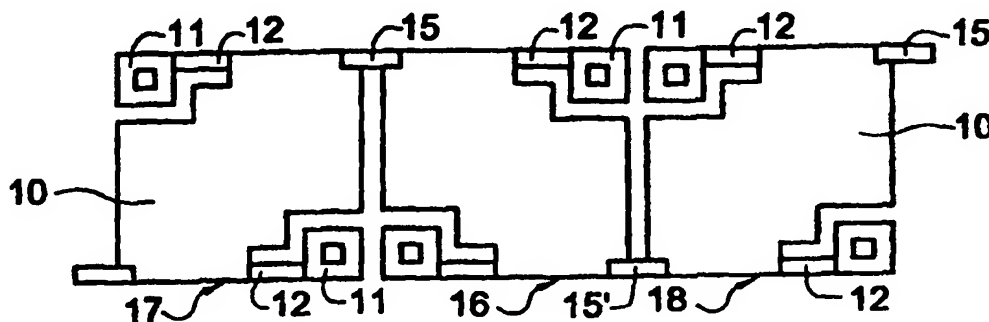




## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

<b>(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> :</b> <b>H01L 27/146, G01J 5/20</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Numéro de publication internationale:</b> <b>WO 00/44050</b> <b>(43) Date de publication internationale:</b> 27 juillet 2000 (27.07.00)
<b>(21) Numéro de la demande internationale:</b> PCT/FR00/00120 <b>(22) Date de dépôt international:</b> 20 janvier 2000 (20.01.00) <b>(30) Données relatives à la priorité:</b> 99/00632 21 janvier 1999 (21.01.99) FR <b>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US):</b> COMMIS- SARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 15ème, 31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris (FR). <b>(72) Inventeurs; et</b> <b>(75) Inventeurs/Déposants (US seulement):</b> YON, Jean-Jacques [FR/FR]; 56 Rue Des Chênes, Rivoire De La Dame, F-38360 Sassenage (FR). VILAIN, Michel [FR/FR]; 1 Rue Des Terrasses, F-38450 Saint Georges De Commiers (FR). OUVRIER-BUFFET, Jean-Louis [FR/FR]; La Planche, F-74330 Sevrier (FR). <b>(74) Mandataire:</b> WEBER, Etienne; Brevatome, 3, Rue Du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).		<b>(81) Etats désignés:</b> US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  <b>Publiée</b> <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>
<b>(54) Title:</b> ELECTROMAGNETIC RADIATION HEAT SENSOR ARRAY AND METHOD FOR MAKING SAME <b>(54) Titre:</b> RESEAU DE DETECTEURS THERMIQUES DE RAYONNEMENTS ELECTROMAGNETIQUES ET PROCEDE DE FABRICATION DE CELUI-CI  <b>(57) Abstract</b> <p>The invention concerns a device for detecting electromagnetic radiation heat comprising at least two sensors with micro-bridges, having means for being mechanically maintained with a circuit processing a signal supplied by the sensors, wherein the suspended layers of the micro-bridges of the two neighbouring sensors (16, 17, 18) are mutually connected by additional mechanical connections (15, 15'), distinct from the mechanically maintaining means. The invention also concerns the method for making such a device.</p> <b>(57) Abrégé</b> <p>La présente invention concerne un dispositif de détection thermique de rayonnements électromagnétiques comportant au moins deux détecteurs à micro-ponts, présentant des dispositifs de maintien mécanique avec un circuit de traitement du signal fourni par les détecteurs, dans lequel les couches suspendues des micro-ponts de deux détecteurs voisins (16, 17, 18) sont reliées entre elles par des connexions mécaniques supplémentaires (15, 15'), distinctes des dispositifs de maintien mécanique. La présente invention concerne également le procédé de fabrication d'un tel dispositif.</p>		



# **UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce		de Macédoine	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	ML	Mali	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MN	Mongolie	UA	Ukraine
BR	B Brésil	IL	Israël	MR	Mauritanie	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MW	Malawi	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	MX	Mexique	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NE	Niger	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NL	Pays-Bas	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NO	Norvège	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	NZ	Nouvelle-Zélande		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PL	Pologne		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	PT	Portugal		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RO	Roumanie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	RU	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SD	Soudan		
DK	Danemark	LR	Libéria	SE	Suède		
EE	Estonie			SG	Singapour		

# RESEAU DE DETECTEURS THERMIQUES DE RAYONNEMENTS ELECTROMAGNETIQUES ET PROCEDE DE FABRICATION DE CELUI-CI

5

## DESCRIPTION

### Domaine technique

La présente invention concerne un dispositif de  
détection thermique de rayonnements électromagnétiques,  
10 et un procédé de fabrication de celui-ci.

### Etat de la technique antérieure

Un détecteur de rayonnements électromagnétiques  
basé sur le principe d'une détection thermique, tel que  
15 représenté schématiquement sur la figure 1 est  
généralement constitué de différents sous-ensembles qui  
réalisent les quatre fonctions essentielles nécessaires  
à la détection du rayonnement, à savoir :

- une fonction d'absorption :

20 La fonction d'absorption permet de convertir  
l'énergie de l'onde électromagnétique incidente, qui  
est caractéristique de la température et de  
l'émissivité de la scène observée, en un échauffement  
de la structure de détection. Les paramètres qui  
25 caractérisent cette fonction sont :

• D'une part l'absorption relative ( $A_r$ ) qui  
définit le rapport de la luminance du rayonnement  
incident à la luminance effectivement absorbée par la  
structure absorbante. Une cavité optique résonnante  
30 quart d'onde permet d'obtenir une absorption relative  
proche de la valeur idéale de 100 %.

• D'autre part le facteur de remplissage ( $F_r$ )  
qui est le rapport de la surface utile participant  
effectivement à l'échauffement du détecteur à la

surface totale de celui-ci. On obtient ainsi des facteurs de remplissage de l'ordre de 50 %.

L'optimisation de la fonction d'absorption consiste donc essentiellement à maximiser ces  
5 paramètres  $Fr$  et  $Ar$ .

- une fonction de thermomètre :

Le thermomètre est un élément dont l'une des caractéristiques physiques est sensible à la température. Ce peut être la résistivité électrique du  
10 matériau dans le cas des bolomètres résistifs, la conductivité de dispositifs à semi-conducteurs, la polarisation résiduelle dans le cas d'un détecteur pyroélectrique, la constante diélectrique dans le cas d'un détecteur ferroélectrique, etc... Le facteur de  
15 qualité essentiel qui caractérise la fonction de thermomètre est la variation relative de la grandeur physique observée avec la température. Pour un bolomètre résistif de résistance  $R$  ce facteur de qualité s'exprime par  $dR/R.dT$ , autrement noté TCR.  
20 L'optimisation du thermomètre consiste à maximiser ce paramètre.

- une fonction d'isolation thermique :

Le thermomètre est isolé thermiquement de son environnement, par exemple en disposant le thermomètre  
25 sur une membrane suspendue au-dessus d'un substrat, selon une architecture appelée « micro-pont », qui est isolée thermiquement d'une part en intégrant le détecteur dans un environnement sous pression de gaz réduite et d'autre part, en intercalant un dispositif  
30 spécifique d'isolation thermique entre le micro-pont supportant le thermomètre et le circuit aval de traitement du signal. Les paramètres thermiques caractéristiques sont d'une part l'impédance thermique  $R_{th}$  qu'il faut maximiser afin d'améliorer la  
35 sensibilité du détecteur et d'autre part, la capacité

calorifique  $C_{th}$  qui traduit l'inertie thermique du thermomètre qu'il faut minimiser afin de réduire le temps de réponse du détecteur à une variation du flux incident. Le temps de réponse qui est proportionnel au produit  $R_{th} \times C_{th}$  est typiquement de quelques millisecondes à quelques dizaines de millisecondes. Afin de réaliser un détecteur sensible et rapide à la fois, on cherche à maximiser l'efficacité de l'isolation thermique et à réduire au maximum le volume du thermomètre. Cette optimisation implique la réalisation de structures en couches minces.

- une fonction de traitement du signal :

La fonction de traitement du signal consiste à traduire le signal électrique délivré par le thermomètre en un signal vidéo qui est exploitable par une caméra. Cette fonction est réalisée :

- Soit par hybridation du circuit de détection sur le circuit de traitement : cette première solution, qui nécessite de traiter individuellement chaque composant, est incompatible avec un procédé où les opérations technologiques de fabrication sont réalisées simultanément sur un grand nombre de composants assemblés à plat sur un substrat. Cette première solution pose donc le problème d'un coût de fabrication élevé.

- Soit par assemblage du détecteur sur un micro-pont suspendu au-dessus d'un circuit de traitement préexistant. Le composant réalisé est alors dit « monolithique ». Cette deuxième solution qui permet de s'affranchir du problème du coût de fabrication impose des contraintes sévères sur les procédés technologiques qui réalisent la structure de détection : en particulier le budget thermique doit être limité afin de ne pas dégrader les performances électriques du circuit de traitement.

Outre ces différentes fonctions, il faut de plus :

• D'une part réaliser le maintien mécanique entre le détecteur et le circuit de traitement.

• D'autre part assurer la transmission du signal électrique issu du thermomètre vers le circuit de traitement.

Les figures 2 et 3 représentent schématiquement l'implantation des différentes fonctions nécessaires à la détection. La figure 2 fait référence à une architecture où le détecteur est assemblé au-dessus du circuit de traitement, alors que la figure 3 représente une configuration où ces deux éléments sont juxtaposés.

Sur ces deux figures sont représentées :

- une zone 10 qui constitue le thermomètre et correspond à la zone active du détecteur qui collecte effectivement les photons incidents ;

- des zones 11 qui constituent les dispositifs de maintien mécanique et d'interconnexion électrique entre le détecteur et le circuit de traitement ;

- les zones 12 qui constituent les dispositifs d'isolation thermique du détecteur ;

- une zone 13 qui représente le circuit de traitement du signal.

Sur la figure 2, la zone 13 n'est pas représentée car elle se situe sous le détecteur.

Les dispositifs 11, 12 et 13 ne participent pas à la détection ; pour maximiser le facteur de remplissage on cherche donc à limiter la surface nécessaire à leur réalisation, en :

- limitant leur nombre à un strict minimum, par exemple à deux ;

- limitant leur dimension, en réduisant la longueur des dispositifs d'isolation thermique, et donc leur section et leur épaisseur afin de conserver une isolation thermique suffisante.

- 5           - privilégiant l'architecture où le détecteur est assemblé sur le circuit de traitement selon une architecture monolithique.

La demande de brevet Européen EP-0 354 369 décrit, ainsi, un réseau détecteur infrarouge monolithique non refroidi de bolomètres fabriqués sur un substrat en silicium. Les bolomètres comprennent une pile d'oxyde de silicium, de TiN (nitrure de titane), a-Si:H (silicium amorphe hydrogéné), TiN, d'oxyde de silicium. Le nitrure de titane forme l'absorbeur infrarouge et les contacts de résistance, et le silicium amorphe la résistance avec un coefficient en température élevé de résistivité. La résistance est suspendue au-dessus du substrat en silicium par des interconnexions métalliques et le circuit de traitement associé est formé dans le substrat en silicium au-dessous de la résistance.

Pour minimiser les déformations mécaniques des structures fines mises en oeuvre une première solution consiste à compenser les contraintes qui se développent dans une couche mince par la disposition d'une couche supplémentaire en contact avec cette couche.

Une seconde solution consiste à réduire l'amplitude des contraintes intrinsèques des matériaux utilisés en ayant recours à des traitements thermiques à températures élevées afin de relaxer les contraintes. Mais cette solution conduit à contraindre thermiquement le circuit électronique de traitement disposé sous le détecteur et à dégrader la fonctionnalité dudit circuit.

On va, à présent, considérer plusieurs exemples de réalisation selon l'art antérieur.

La figure 4 représente une vue en perspective d'un détecteur unitaire caractérisé par des dispositifs d'isolation thermique 12 de longueur intermédiaire.

Les structures les plus souvent réalisées, illustrées sur les figures 5, 6 et 7, représentent une vue en plan de trois détecteurs voisins 16, 17 et 18 faisant partie d'une structure généralement plus complexe, barrette linéaire ou matriçage à deux dimensions de détecteurs.

Dans la réalisation illustrée sur la figure 5, l'isolation thermique est maximisée grâce à des dispositifs d'isolation thermique 12 très longs associés à des dispositifs de maintien mécanique et d'interconnexion électrique 11. Cette réalisation présente les inconvénients suivants :

- une zone active 10 réduite du fait de l'encombrement des dispositifs d'isolation, d'où un facteur de remplissage faible ;

- une tendance au fléchissement de la partie 12 du fait de sa longueur, ce qui nécessite une membrane plus épaisse pour assurer la rigidité mécanique.

Dans la réalisation illustrée sur la figure 6, le facteur de remplissage est maximisé en limitant la surface consacrée aux dispositifs d'isolation thermique 12 ; les déformations mécaniques sont limitées et une structure fine peut être utilisée. Mais cette réalisation présente une isolation thermique réduite et par voie de conséquence une sensibilité de détection limitée.

Dans la réalisation illustrée sur la figure 7, quatre liaisons physiques sont introduites entre le détecteur et le circuit de traitement, lesdites liaisons étant constituées de dispositifs d'isolation



thermique 12 associés à des dispositifs de maintien mécanique et d'interconnexion électrique 11. Cette réalisation permet d'obtenir une bonne stabilité mécanique de la structure et des détecteurs en couches minces. Mais cette réalisation présente les inconvénients suivants :

- une zone active 10 réduite du fait du nombre et de l'encombrement des dispositifs d'isolation 12 et des dispositifs de maintien mécanique et d'interconnexion électrique 11 ; le facteur de remplissage de ce type de détecteur est donc faible ;

- une isolation thermique plus faible car les fuites thermiques peuvent se répartir dans huit branches au lieu de deux, d'où une perte de sensibilité d'un facteur 4.

L'invention a pour objectif de proposer un dispositif de détection thermique de rayonnements électromagnétiques comprenant des détecteurs thermiques à micro-pont utilisant des couches actives suspendues les plus minces et les plus planes possible.

#### Exposé de l'invention

La présente invention concerne un dispositif de détection thermique de rayonnements électromagnétiques comportant au moins deux détecteurs à micro-ponts présentant des dispositifs de maintien mécanique avec un circuit de traitement du signal fourni par les détecteurs, caractérisé en ce que les couches suspendues des micro-ponts de deux détecteurs voisins sont reliées entre elles par des connexions mécaniques supplémentaires, distinctes des dispositifs de maintien mécanique..

Avantageusement chaque connexion mécanique est un prolongement de l'une au moins des couches suspendues des micro-ponts.

Avantageusement chaque connexion mécanique  
5 comprend un matériau à faible conductibilité calorifique.

Avantageusement la (ou les) connexion(s) mécanique(s) est (sont) dans l'alignement de deux dispositifs de maintien mécanique, appartenant chacun à  
10 l'un de deux détecteurs voisins.

Avantageusement le dispositif de l'invention peut être relié à un ou plusieurs dispositifs voisins en formant une configuration répétitive dudit détecteur selon une architecture linéaire ou matricielle adaptée  
15 à la réalisation d'images de sources d'ondes électromagnétiques.

L'invention concerne plus particulièrement le domaine des détecteurs infrarouges basés sur le principe d'une détection thermique par opposition à la  
20 détection quantique, et fonctionnant avantageusement à température ambiante.

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un tel dispositif en partant d'un circuit de traitement faisant apparaître en surface des plots  
25 métalliques de liaison, passivés par une couche isolante dans laquelle des ouvertures sont aménagées au niveau des plots. Ce procédé comprend les étapes suivantes :

- on réalise un réflecteur en surface du  
30 circuit de traitement par dépôt d'une couche métallique et définition par photolithographie ;

- on réalise une cavité optique par dépôt et recuit d'une couche sacrificielle qui est enlevée ensuite ;

- on dépose au moins deux couches constituant le micro-pont, à savoir
    - une couche de matériau sensible à la température,
    - 5       • une couche conductrice constituant les électrodes du détecteur ;
  - on réalise les dispositifs de maintien mécanique et d'interconnexion électrique
    - 10       • en réalisant une gravure au droit des plots de liaison, de la couche sacrificielle, de la couche de matériau sensible à la température et de la couche conductrice,
    - 15       • en déposant et en gravant au moins une couche métallique qui permet d'assurer la continuité électrique et mécanique entre les plots de liaison et les électrodes du micro-pont ;
  - on définit les électrodes du détecteur par20 gravure de la couche conductrice ;
  - on grave simultanément la couche de matériau sensible à la température, la couche conductrice et les couches optionnelles nécessaires à la réalisation du micro-pont, en utilisant un masque pour épargner une25 zone située entre les détecteurs.
- Avantageusement on peut avoir les caractéristiques suivantes. La couche de matériau sensible à la température est une couche de silicium amorphe. La couche conductrice constituant les30 électrodes du détecteur est une couche de nitrure de titane. La couche métallique, qui permet d'assurer la continuité électrique entre les plots électriques et les électrodes du micro-pont est une couche d'aluminium. La couche métallique, constituant les35 électrodes du détecteur est enlevée, dans les zones

occupées par les connexions mécaniques. Après l'étape de définition des électrodes du détecteur par gravure de la couche conductrice, on peut déposer une dernière couche, qui peut être une couche d'oxyde de silicium, de nitrure de silicium, ou de silicium amorphe.

Dans une première variante de réalisation, on amincit les dispositifs de connexion grâce à une gravure partielle de ces derniers. Avantageusement on peut éliminer la couche conductrice et la couche optionnelle au niveau des connexions.

Dans une seconde variante de réalisation on rapporte sur des micro-ponts complètement isolés les uns des autres, un élément de connexion réalisé dans un matériau autre que ceux déjà présents dans le micro-pont et présentant une faible conductibilité calorifique : par exemple du nitrure de silicium ou un matériau polymère.

L'invention permet d'obtenir les résultats avantageux suivants :

- L'efficacité de l'absorption de l'onde incidente est optimisée, grâce à une meilleure conformation géométrique de la cavité optique qui est une cavité résonante quart d'onde.

- La réalisation de structures de très faible épaisseur, typiquement 100 nanomètres, voire moins est rendue possible, et non plus de l'ordre de 500 nanomètres, comme dans les dispositifs de l'art antérieur. La mise en oeuvre d'un micro-pont en couches minces permet aussi de réduire l'inertie thermique du détecteur, et par voie de conséquence conduit à la réalisation de détecteurs plus rapides vis-à-vis des modulations du flux incident.

- En favorisant la zone active qui participe effectivement à la collecte des photons incidents, on

augmente le facteur de remplissage. La sensibilité du détecteur est donc augmentée. Typiquement l'invention permet d'obtenir un facteur de remplissage de l'ordre de 80 %, ce qui est très supérieur au facteur de remplissage de d'ordre de 50 % de l'art antérieur.

• Les déformations mécaniques induites par les contraintes intrinsèques des couches constituant le micro-pont sont compensées par les connexions mécaniques. Les composants réalisés ne nécessitent donc pas de traitements thermiques de relaxation des contraintes. Le circuit de traitement du signal peut ainsi être avantageusement intégré au circuit de détection selon une structure monolithique, ce qui est préférable à une structure hybride, en terme de performances et de coûts.

#### Brève description des dessins

La figure 1 illustre le schéma de principe d'un détecteur thermique de rayonnement électromagnétique classique.

Les figures 2 et 3 représentent schématiquement l'implantation des différentes fonctions nécessaires à la détection.

Les figures 4, 5, 6 et 7 illustrent plusieurs structures classiques de détecteur.

La figure 8 illustre un premier mode de réalisation du dispositif de détection selon l'invention.

La figure 9 illustre un second mode de réalisation du dispositif de détection selon l'invention.

La figure 10 représente le gabarit du filtre adapté au traitement d'un signal issu d'un détecteur central présentant deux éléments de connexion vers les détecteurs voisins.

Les figures 11A et 11B illustrent deux vues en coupe d'une structure réalisée selon un mode préféré de l'invention dans le domaine de la détection infrarouge.

La figure 12 illustre le dessin d'un masque qui  
5 réalise la découpe d'un micro-pont selon l'invention.

#### Exposé détaillé de modes de réalisation

Dans la suite de la description les éléments analogues à ceux des dispositifs de l'art antérieur  
10 décrits ci-dessus conservent les mêmes références.

La présente invention concerne un dispositif de détection thermique de rayonnements électromagnétiques comportant au moins deux détecteurs à micro-ponts, dans lequel les couches « suspendues » des micro-ponts sont  
15 reliées entre elles par une connexion mécanique. Ces couches suspendues sont les couches du micro-pont qui sont isolées physiquement du substrat et maintenues au-dessus du substrat par des dispositifs de maintien mécanique.

20 Ce dispositif, représenté sur la figure 8, comprend les éléments suivants :

- deux dispositifs de maintien mécanique et d'interconnexion électrique 11 par détecteur ;
- deux dispositifs d'isolation thermique 12 par  
25 détecteur ;
- une zone active sensible au rayonnement 10 par détecteur ;
- deux connexions mécaniques 15, 15' qui relie mécaniquement le détecteur central 16 aux  
30 détecteurs voisins 17 et 18, et qui empêche l'affaiblissement des zones du micro-pont les plus éloignées des dispositifs de maintien mécanique 11.

Chaque connexion mécanique 15, 15' peut être un prolongement de l'une au moins des couches suspendues

des micro-ponts. Elle peut être constituée par un matériau à faible conductibilité calorifique.

Le dispositif de l'invention présente une stabilité mécanique renforcée par des dispositifs spécifiques de maintien, qui assurent une continuité mécanique entre chaque détecteur et ses plus proches voisins. La réalisation d'une configuration répétitive du détecteur de l'invention selon une architecture linéaire ou matricielle conduit à un assemblage de détecteurs qu'on qualifiera de connexes, dont la tenue mécanique est améliorée.

L'intermodulation thermique IMT qui se traduit par une intermodulation électrique entre détecteurs voisins est parfaitement définie par les dimensions géométriques respectives des dispositifs d'isolation thermique 12 et des connexions mécaniques 15 et 15' et de ce fait, peut être corrigée. Au premier ordre, on a les relations suivantes :

$$\begin{aligned} \text{IMT} &= dT/dT_v = R_{th}/(R_{th}+2.R_{cx}) \\ R_{th} &= L_1/(\lambda_1.W_1.E_1) \\ R_{cx} &= L_2/(\lambda_2.W_2.E_2) \end{aligned}$$

avec :

- $dT$  l'échauffement d'un détecteur, induit via les connexions mécaniques, par l'échauffement  $dT_v$  du détecteur voisin recevant le flux infrarouge ;
- $R_{th}$  l'impédance thermique des dispositifs d'isolation thermique 12 ;
- $R_{cx}$  l'impédance thermique des connexions mécaniques 15 et 15' ;
- $\lambda_1, L_1, W_1, E_1$  étant respectivement la conductibilité calorifique, la longueur, la largeur et l'épaisseur des dispositifs d'isolation thermique 12 et  $\lambda_2, L_2, W_2, E_2$  représentant les mêmes paramètres relatifs aux connexions mécaniques 15, 15'.

Dans ce cas particulier où les dispositifs 12, 15 et 15' présentent la même section et une conductibilité calorifique identique, l'intermodulation IMT entre détecteurs s'exprime par :

5 
$$\text{IMT} = L_1 / (L_1 + 2 \cdot L_2)$$

L'intermodulation entre détecteurs peut donc être limitée et ajustée en fonction de l'application visée, grâce à un dessin idoine des dispositifs 12, 15 et 15'. Typiquement des valeurs de l'ordre de 20 %, qui  
10 permettent de réaliser une rétine infrarouge de bonne qualité, peuvent être obtenues pour des connexions 15, 15' présentant une longueur double des bras d'isolation thermique 12, comme illustré sur la figure 9.

On peut également s'affranchir totalement de  
15 l'intermodulation introduite par les connexions en procédant à un traitement mathématique adapté du signal issu des détecteurs, en déconvoluant (filtrage inverse) le signal brut entaché d'intermodulation par un filtre dont le gabarit est défini par le taux  
20 d'intermodulation. La figure 10 représente ainsi le gabarit d'un filtre adapté au traitement d'un signal issu d'un détecteur central 16 présentant deux éléments de connexions vers les détecteurs voisins 17 et 18 et caractérisé par un taux d'intermodulation de 10 %.

25 On va à présent décrire plusieurs modes de réalisation du dispositif de l'invention.

Les figures 11A et 11B montre deux vues en coupe d'une structure réalisée selon un mode préféré de  
30 l'invention, en représentant deux détecteurs voisins 16 et 17. La première coupe (figure 11A) est réalisée en dehors des dispositifs de connexions 15 et 15', alors que la seconde (figure 11B) traverse ceux-ci.

Le procédé de fabrication d'un tel dispositif  
35 part d'un circuit de traitement 19 déjà achevé, obtenu



suivant les techniques connues par exemple de la micro-  
électronique sur silicium, faisant apparaître en  
surface des plots métalliques 20 de liaison qui  
permettent de réaliser les connexions électriques entre  
5 les détecteurs et les entrées du circuit de traitement.  
Ces plots de liaison 20 sont ordinairement passivés par  
une couche isolante 21 dans laquelle des ouvertures ont  
été aménagées au niveau des plots.

Une couche métallique 22, par exemple en  
10 aluminium, est avantageusement déposée et définie par  
photolithographie afin de réaliser un réflecteur  
infrarouge en surface du circuit de traitement 19. Le  
rôle de ce réflecteur est d'optimiser l'absorption de  
l'onde infrarouge en améliorant l'efficacité de la  
15 cavité résonante quart d'onde constituée par le  
réflecteur 22, le micro-pont 29 et l'espace entre ces  
deux éléments.

Une couche sacrificielle 23, composée par  
exemple de polyimide, est ensuite étendue et  
20 éventuellement recuite. Cette couche sur laquelle est  
assemblé le micro-pont et qui est enlevée in fine,  
permet de réaliser ladite cavité. L'épaisseur de cette  
couche est généralement de 2,5 micromètres, ce qui  
permet de réaliser un détecteur sensible dans une gamme  
25 de longueur d'onde de l'ordre de 10 micromètres.

Les couches constituant le micro-pont, qui sont  
ensuite déposées sur la couche sacrificielle 23, sont  
au moins au nombre de deux :

- une couche 24 de matériau sensible à la  
30 température qui peut être du silicium amorphe déposé  
selon un procédé classique ;

- une couche conductrice 25 constituant les  
électrodes du détecteur, qui peut être du nitrure de  
titane déposé par pulvérisation réactive.

Les dispositifs de maintien mécanique et d'interconnexion électrique dont la réalisation va être décrite ci-après, sont ceux d'un micro-pont dans le domaine de l'infrarouge. Les étapes de leur obtention  
5 leur sont spécifiques, indépendantes des étapes précédentes décrites et peuvent être remplacées par les étapes d'obtention d'autres dispositifs de maintien et d'interconnexion.

Ces dispositifs de maintien mécanique et  
10 d'interconnexion électrique sont ainsi obtenus en réalisant :

- une gravure, selon des procédés de photolithographie, des couches 23, 24, 25 au droit des plots de liaison 20 ;
- 15 - puis, le dépôt de une ou plusieurs couches métalliques 26 qui permettent d'assurer la continuité électrique et mécanique entre les plots de liaison et les électrodes du micro-pont. Cette couche métallique est constituée, par exemple, d'aluminium. Cette couche  
20 26 est définie et gravée selon les procédés classiques, de façon à limiter l'encombrement de ces dispositifs d'interconnexion à la seule surface nécessaire à une bonne reprise de contact avec l'électrode 25 du détecteur.

25 On définit alors les électrodes du dispositif de l'invention par gravure de la couche métallique 25 selon une configuration adaptée aux caractéristiques électriques que l'on souhaite donner au détecteur. Cette couche 25 est avantageusement enlevée des zones  
30 qui seront ultérieurement occupées par les organes de connexion, de manière à éviter les courts-circuits électriques entre détecteurs et à améliorer l'impédance thermique des connexions.

On peut également déposer sur le micro-pont 29  
35 une dernière couche 28 qui permet d'obtenir une

structure symétrique moins sensible aux contraintes internes qui se développent dans les couches, en compensant les phénomènes de type « bilame ». Cette couche 28 peut être soit un matériau électriquement  
5 actif, éventuellement de même nature que le matériau sensible à la température 24, soit un matériau électriquement neutre qui peut être un matériau à faible conductibilité calorifique car il peut augmenter les fuites thermiques du micro-pont. On utilise donc de  
10 manière préférentielle de l'oxyde de silicium, du nitrure de silicium ou encore du silicium amorphe.

Un dernier niveau photolithographique permet de définir le périmètre des détecteurs par gravure simultanée des couches 24, 25, 28, ce qui permet :

- 15 - d'isoler les détecteurs entre eux ;
- de définir les dispositifs d'isolation thermique 12 taillés dans le micro-pont 29 proprement dit, de façon à réaliser entre le dispositif de maintien mécanique et d'interconnexion électrique d'une  
20 part et le détecteur d'autre part, un organe de section réduite, de longueur importante et de bonne tenue mécanique.

Les connexions entre détecteurs peuvent aussi être réalisées au cours de cette dernière étape. En  
25 utilisant un masque au dessin adéquat, la gravure des couches 24, 25, 28 épargne une zone particulière, d'étendue limitée et située entre les détecteurs, la matière épargnée constituant les dispositifs de connexion. La zone épargnée présente une section  
30 faible, typiquement de 0,5 à 3 micromètres de large pour une épaisseur égale à l'épaisseur du micro-pont. Le rapport géométrique de la connexion au périmètre total du détecteur est alors très limité, ce qui permet de réaliser des détecteurs présentant une faible  
35 intermodulation thermique.

On va à présent considérer successivement plusieurs variantes du dispositif de l'invention ayant pour but de limiter l'intermodulation thermique entre  
5 détecteurs, tout en assurant une tenue mécanique satisfaisante.

Une première variante de l'invention consiste à amincir les dispositifs de connexion grâce à une gravure partielle de ces derniers. On peut soit graver  
10 totalement une des couches des éléments de connexion, soit amincir sensiblement l'une de ses composantes par le contrôle du temps de gravure. A titre d'exemple la couche métallique 25 et la couche optionnelle 28  
15 peuvent être éliminées au niveau des connexions, sans pour autant limiter la tenue mécanique de l'ensemble. Ce procédé de gravure locale fait appel à l'utilisation d'un masque particulier et aux techniques de photolithographie usuelles.

Une seconde variante consiste à rapporter sur  
20 des micro-ponts complètement isolés les uns des autres, un élément de connexion réalisé dans un matériau éventuellement autre que ceux déjà présents dans le micro-pont et choisi pour ses caractéristiques thermiques favorables, par exemple le nitrure de  
25 silicium ou des matériaux polymères qui présentent une faible conductibilité calorifique. Les polymères du type PVDF sont particulièrement favorables car ils présentent une conductibilité calorifique inférieure d'un ordre de grandeur à la conductibilité calorifique  
30 de l'oxyde de silicium. Les techniques usuelles de dépôt, en particulier les dépôts PECVD, LPCVD, pulvérisation cathodique, épandage de solution contenant un précurseur liquide, etc... sont utilisables.

l'invention peut également s'appliquer à des dispositifs de connexion de forme géométrique autre que rectangulaire. Un dessin qui maximise la longueur est favorable puisqu'il limite l'intermodulation entre  
5 détecteurs. A titre d'exemple, la figure 12 montre le dessin d'un masque qui réalise la découpe du micro-pont selon le concept de l'invention et qui maximise la longueur des connexions.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de détection thermique de rayonnements électromagnétiques comportant au moins  
5 deux détecteurs à micro-ponts présentant des dispositifs de maintien mécanique avec un circuit de traitement du signal fourni par les détecteurs, caractérisé en ce que les couches suspendues des micro-ponts de deux détecteurs voisins (16, 17, 18) sont  
10 reliées entre elles par des connexions mécaniques supplémentaires (15, 15'), distinctes des dispositifs de maintien mécanique.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel chaque connexion mécanique (15, 15') est un  
15 prolongement de l'une au moins des couches suspendues des micro-ponts.

3. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel chaque connexion mécanique (15, 15') comprend un matériau à faible conductibilité calorifique.

20 4. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel la (ou les) connexion(s) mécanique(s) (15, 15') est (sont) dans l'alignement de deux dispositifs de maintien mécanique (11), appartenant chacun à l'un de deux détecteurs voisins.

25 5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit dispositif forme une configuration répétitive de détecteurs selon une architecture linéaire ou matricielle.

30 6. Procédé de fabrication d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que en partant d'un circuit de traitement (19) faisant apparaître en surface des plots métalliques de liaison (20), il comprend les étapes  
35 suivantes :

- on réalise un réflecteur (22) en surface du circuit de traitement par dépôt d'une couche métallique et définition par photolithographie ;
  - on réalise une cavité optique par dépôt d'une  
5 couche sacrificielle (23), qui est enlevée ensuite ;
  - on dépose au moins deux couches constituant le micro-pont, à savoir
    - une couche de matériau sensible à la température (24),
    - 10 • une couche conductrice (25) constituant les électrodes du détecteur ;
  - on réalise les dispositifs de maintien mécanique et d'interconnexion électrique
    - en réalisant une gravure au droit des  
15 plots de liaison, de la couche sacrificielle (23), de la couche de matériau sensible à la température (24) et de la couche conductrice (25),
    - en déposant et en gravant au moins une  
20 couche métallique (26) qui permet d'assurer la continuité électrique et mécanique entre les plots de liaison (20) et les électrodes du micro-pont (25) ;
  - on définit les électrodes du détecteur par  
25 gravure de la couche conductrice (25) ;
  - on grave simultanément la couche de matériau sensible à la température (24), la couche conductrice (25) et des couches optionnelles (28), en utilisant un masque pour épargner une zone située entre les  
30 détecteurs.
7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel la couche de matériau sensible à la température (24) est une couche de silicium amorphe.
8. Procédé selon la revendication 6, dans  
35 lequel la couche conductrice (25) constituant les

électrodes du détecteur est une couche de nitrure de titane.

5 9. Procédé selon la revendication 6, dans lequel on dépose une couche d'aluminium (26) qui permet d'assurer la continuité électrique entre les plots électriques (20) et les électrodes du micro-pont (25).

10 10. Procédé selon la revendication 6, dans lequel on enlève la couche métallique (25), constituant les électrodes du détecteur, dans les zones occupées par les connexions mécaniques (15, 15').

11. Procédé selon la revendication 6, dans lequel, après l'étape de définition des électrodes du détecteur par gravure de la couche conductrice (25), on dépose une dernière couche (28).

15 12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel cette dernière couche (28) est une couche d'oxyde de silicium, de nitrure de silicium, ou de silicium amorphe.

20 13. Procédé selon la revendication 6, dans lequel on amincit les connexions mécaniques (15, 15') grâce à une gravure partielle de ces dernières.

14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel on élimine la couche conductrice (25) et la dernière couche (28) au niveau des connexions.

25 15. Procédé selon la revendication 6, dans lequel on rapporte, sur des micro-ponts complètement isolés les uns des autres, un élément de connexion réalisé en un matériau qui présente une faible conductibilité calorifique.

30 16. Procédé selon la revendication 15, dans lequel le matériau à faible conductibilité calorifique est du nitrure de silicium ou un matériau polymère.



1/4  
RAYONNEMENT ELECTROMAGNETIQUE

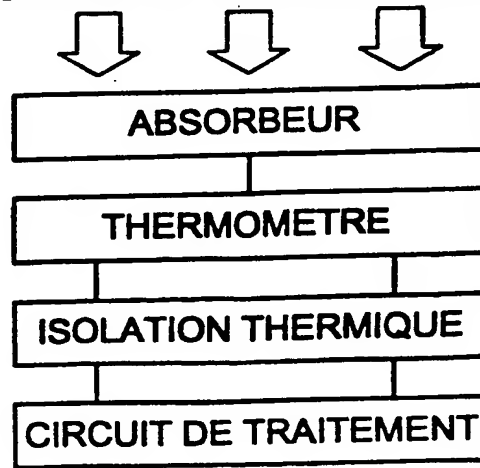


Fig. 1

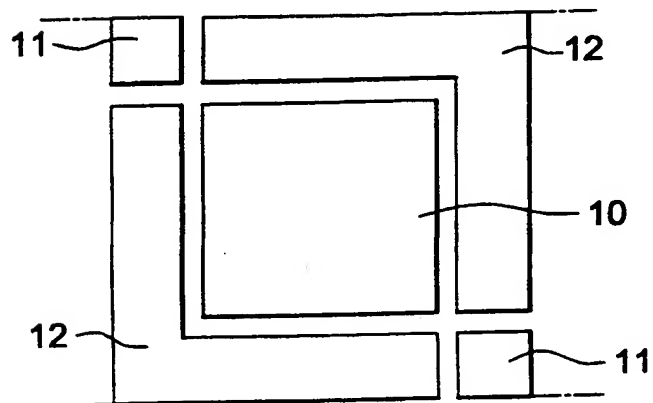


Fig. 2

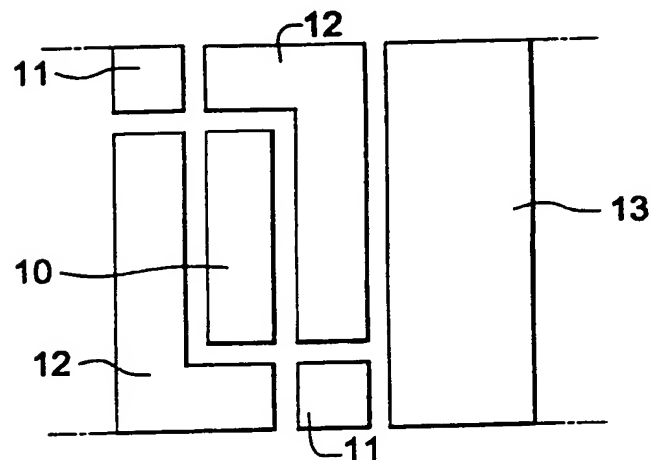
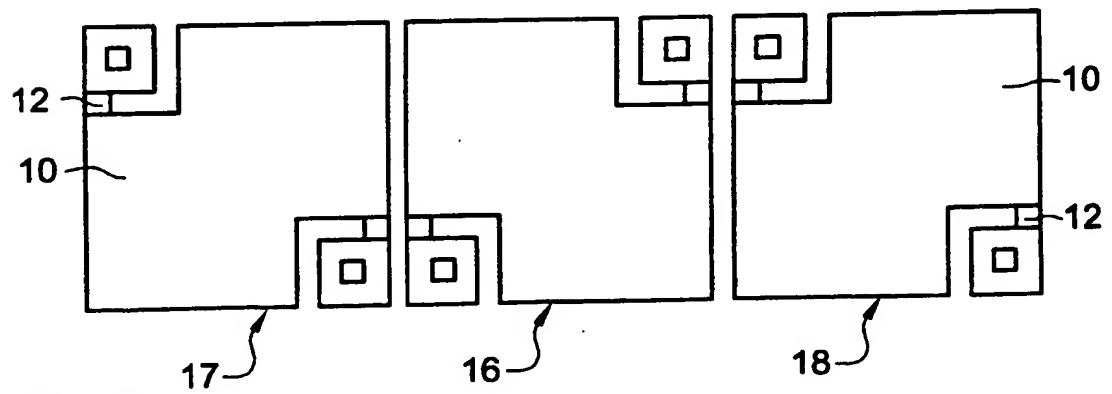
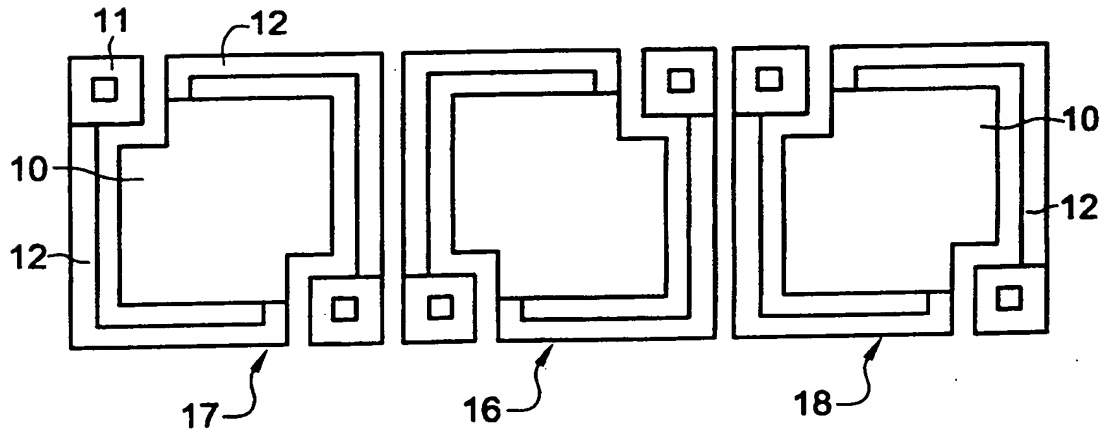
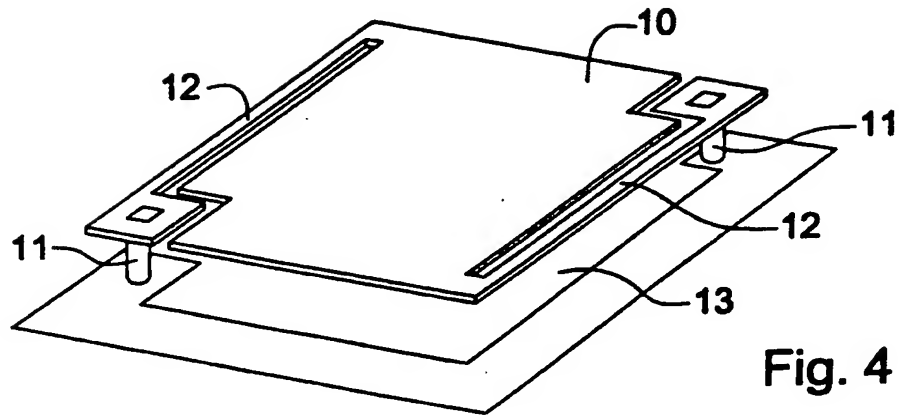


Fig. 3



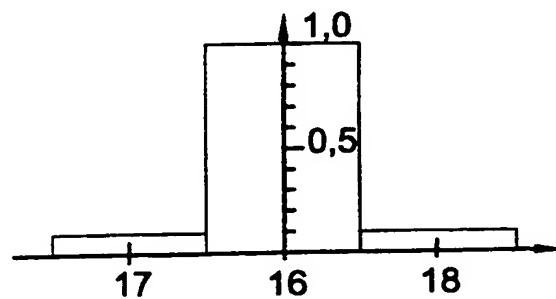
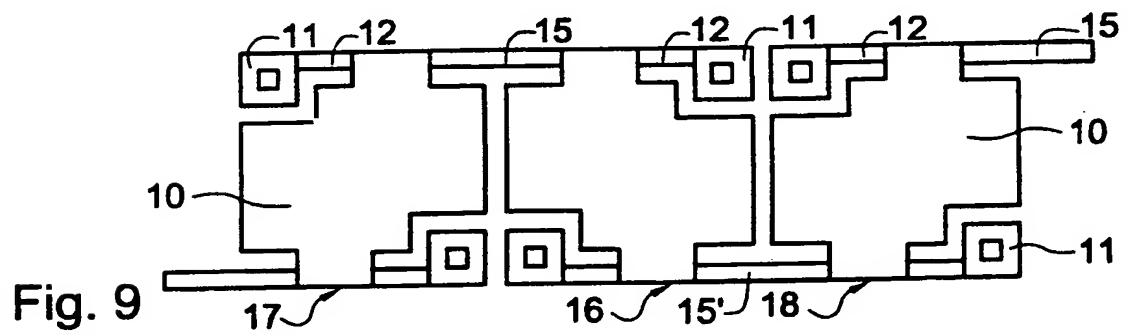
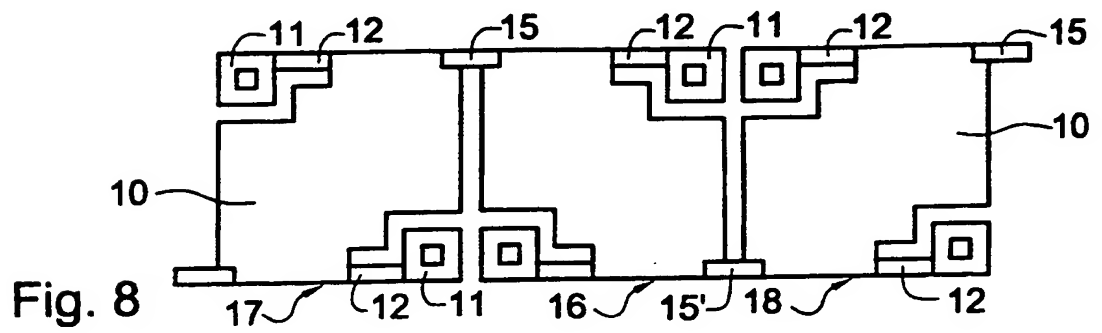
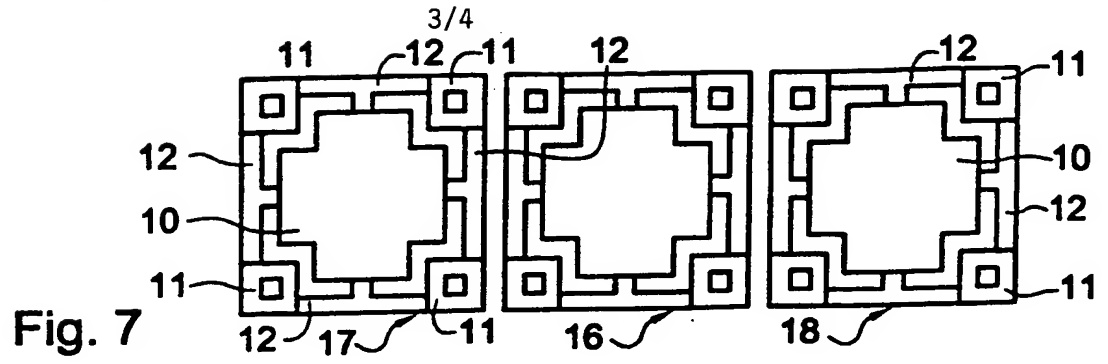


Fig. 10

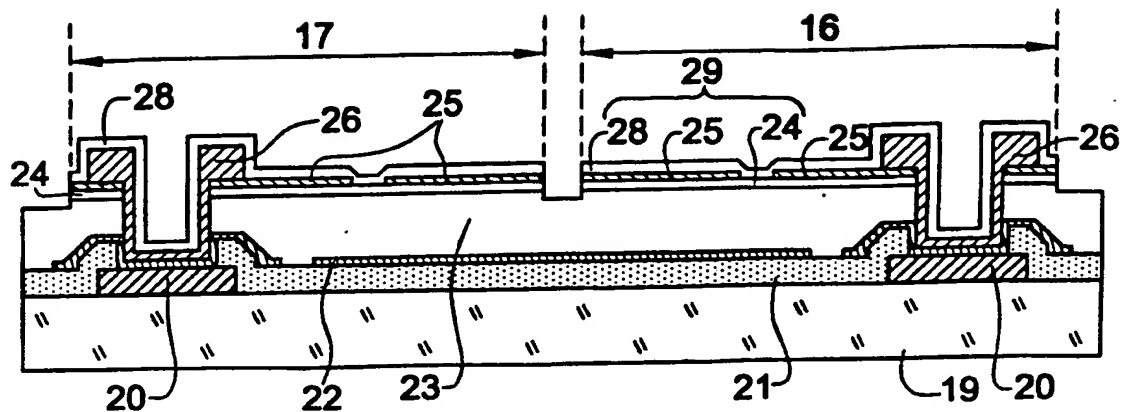


Fig. 11A

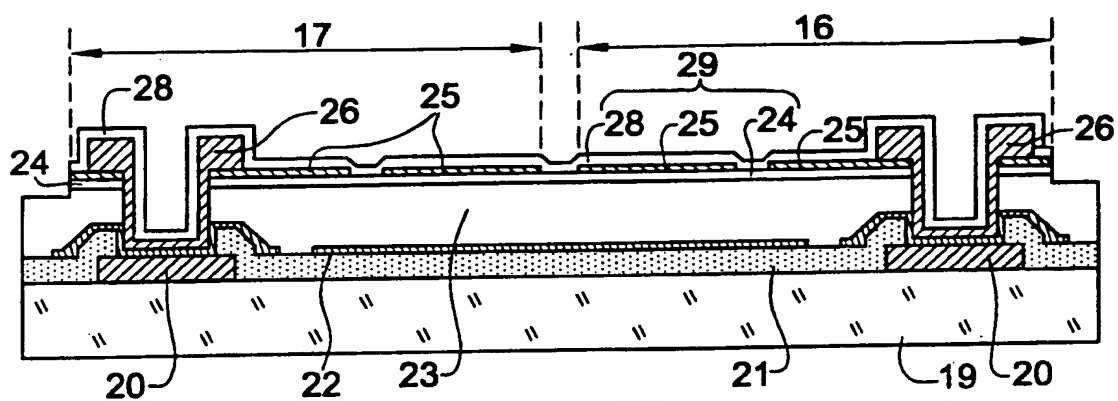


Fig. 11B

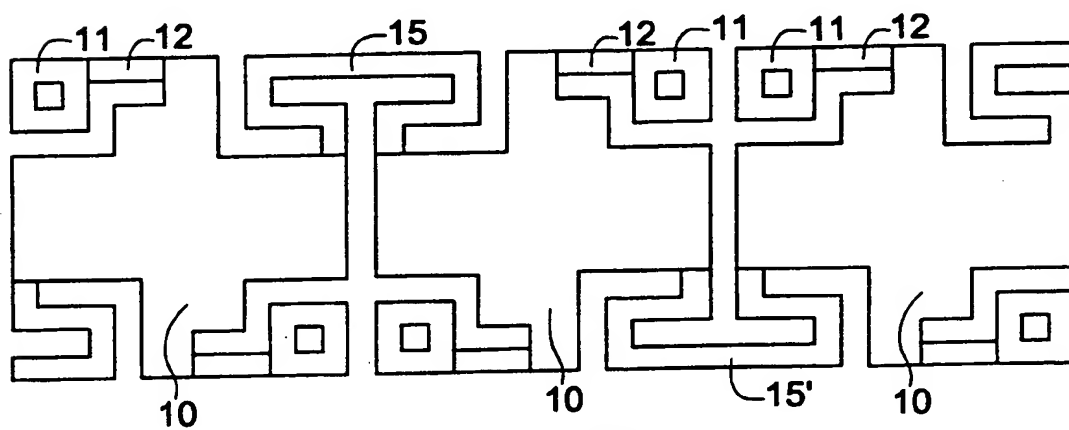


Fig. 12

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No

PCT/FR 00/00120

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 H01L27/146 G01J5/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L G01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 02, 28 February 1997 (1997-02-28) -& JP 08 261832 A (FUJITSU LTD), 11 October 1996 (1996-10-11) abstract; figures 1,5	1,2,5
Y	EP 0 354 369 A (TEXAS INSTRUMENTS INC) 14 February 1990 (1990-02-14) cited in the application	1-5
A	page 7, line 39 -page 8, line 33; figures 4,8	6-16
Y	GB 2 200 246 A (PLESSEY CO PLC) 27 July 1988 (1988-07-27) page 12, line 8 -page 13, line 8; figure 1	1-5
	--- -/-- ---	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

**\* Special categories of cited documents :**

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 April 2000

Date of mailing of the international search report

02/05/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Acco, S

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/00120

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 0 828 145 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 11 March 1998 (1998-03-11) column 22, line 36 - line 58; figures 14-16</p> <p>-----</p>	1-6,9,15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern. Appl. Application No

PCT/FR 00/00120

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 08261832	A	11-10-1996	NONE	
EP 0354369	A	14-02-1990	DE 68923589 D	31-08-1995
			DE 68923589 T	18-01-1996
			JP 2196929 A	03-08-1990
			JP 2834202 B	09-12-1998
			KR 135119 B	20-04-1998
			US 5021663 A	04-06-1991
GB 2200246	A	27-07-1988	BE 102 T	10-08-1988
			DE 3644882 A	17-11-1988
			FR 2624603 A	16-06-1989
			FR 2620531 A	17-03-1989
			IT 1235675 B	21-09-1992
			NL 8615006 T	01-08-1988
			SE 466571 B	02-03-1992
			SE 8702531 A	05-05-1988
EP 0828145	A	11-03-1998	FR 2752299 A	13-02-1998
			JP 10090054 A	10-04-1998
			US 5912464 A	15-06-1999

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No  
PCT/FR 00/00120

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 H01L27/146 G01J5/20

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01L G01J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 02, 28 février 1997 (1997-02-28) -& JP 08 261832 A (FUJITSU LTD), 11 octobre 1996 (1996-10-11) abrégé; figures 1,5	1,2,5
Y	EP 0 354 369 A (TEXAS INSTRUMENTS INC) 14 février 1990 (1990-02-14) cité dans la demande	1-5
A	page 7, ligne 39 -page 8, ligne 33; figures 4,8	6-16
Y	GB 2 200 246 A (PLESSEY CO PLC) 27 juillet 1988 (1988-07-27) page 12, ligne 8 -page 13, ligne 8; figure 1	1-5
	-/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

13 avril 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

02/05/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3018

Fonctionnaire autorisé

Acco, S



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dema Internationale No  
PCT/FR 00/00120

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 828 145 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 11 mars 1998 (1998-03-11) colonne 22, ligne 36 - ligne 58; figures 14-16 -----	1-6,9,15

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 00/00120

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 08261832 A	11-10-1996	AUCUN	
EP 0354369 A	14-02-1990	DE 68923589 D	31-08-1995
		DE 68923589 T	18-01-1996
		JP 2196929 A	03-08-1990
		JP 2834202 B	09-12-1998
		KR 135119 B	20-04-1998
		US 5021663 A	04-06-1991
GB 2200246 A	27-07-1988	BE 102 T	10-08-1988
		DE 3644882 A	17-11-1988
		FR 2624603 A	16-06-1989
		FR 2620531 A	17-03-1989
		IT 1235675 B	21-09-1992
		NL 8615006 T	01-08-1988
		SE 466571 B	02-03-1992
		SE 8702531 A	05-05-1988
EP 0828145 A	11-03-1998	FR 2752299 A	13-02-1998
		JP 10090054 A	10-04-1998
		US 5912464 A	15-06-1999